

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik			
1.1	Physikalische Größen	11		
1.1.1	Kraftfelder	11		
1.1.2	Masse und Kraft	11		
1.1.3	Basisgrößen, Einheiten und abgeleitete Einheiten	12		
1.1.4	Kraft als Beispiel eines Vektors	13		
1.1.5	Arbeit	13		
1.1.6	Energie	14		
1.2	Elektrotechnische Grundgrößen	15		
1.2.1	Ladung	15		
1.2.2	Spannung	15		
1.2.3	Elektrischer Strom	16		
1.2.4	Elektrischer Widerstand	18		
1.2.5	Ohmsches Gesetz	19		
1.2.6	Widerstand und Temperatur	20		
1.2.7	Stromdichte	20		
1.2.8	Bauformen der Widerstände	21		
1.2.8.1	Festwiderstände	21		
1.2.8.2	Veränderbare Widerstände	23		
1.2.8.3	Heileiterwiderstnde	23		
1.2.8.4	Kaltleiterwiderstnde	24		
1.2.8.5	Spannungsabhängige Widerstände	24		
1.2.9	Gefahren des elektrischen Stromes	25		
1.2.10	Überstrom-Schutzeinrichtungen	27		
1.3	Grundschaltungen	28		
1.3.1	Bezugspfeile	28		
1.3.2	Reihenschaltung	29		
1.3.3	Parallelschaltung	31		
1.3.4	Gemischte Schaltungen	32		
1.3.4.1	Spannungsteiler	33		
1.3.4.2	Mebereichserweiterung bei Strommessern	34		
1.3.4.3	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	35		
1.4	Leistung, Arbeit, Wärme	37		
1.4.1	Elektrische Leistung	37		
1.4.2	Elektrische Arbeit	39		
1.4.3	Mechanische Leistung	40		
1.4.4	Wirkungsgrad	40		
1.4.5	Temperatur und Wärme	42		
1.4.6	Wärmeübertragung	43		
1.4.7	Leistungshyperbel	45		
1.5	Spannungserzeuger	46		
1.5.1	Arten der Spannungserzeugung	46		
1.5.2	Belasteter Spannungserzeuger	47		
1.5.3	Anpassung	48		
1.5.4	Schaltung von Spannungserzeugern	50		
1.5.5	Ersatzspannungsquelle und Ersatzstromquelle	51		
1.6	Wechselspannung und Wechselstrom	52		
1.7	Spannung und elektrisches Feld	59		
1.7.1	Elektrisches Feld	59		
1.7.2	Kondensator	61		
1.7.3	Schaltungen von Kondensatoren	66		
1.7.4	Kondensator im Gleichstromkreis	67		
1.7.5	Bauformen der Kondensatoren	68		
1.8	Strom und Magnetfeld	71		
1.8.1	Magnetisches Feld	71		
1.8.2	Elektromagnetische Baugruppen	80		
1.8.2.1	Elektromagnete	80		
1.8.2.2	Relais	81		
1.8.3	Strom im Magnetfeld	83		
1.8.4	Induktion	86		
1.8.5	Spule im Gleichstromkreis	91		
1.8.6	Bauformen der Spulen	92		
1.9	Strom in Festkörpern	94		
1.9.1	Bändermodell	94		
1.9.2	Strom in Metallen	94		
1.9.3	Strom in Halbleitern	95		
1.9.3.1	Bändermodell und Kristallaufbau	95		
1.9.3.2	Eigenleitung	95		
1.9.3.3	Störstellenleitung	96		
1.9.4	Halbleiterdioden	98		
1.9.4.1	Sperrschicht	98		
1.9.4.2	Sperrschichtkapazität	98		
1.9.4.3	Rückwärtsrichtung und Vorwärtsrichtung	99		
1.9.4.4	Elektrischer Durchbruch	101		
1.9.4.5	Bauformen von Halbleiterdioden	102		
1.9.4.6	Gehäuse und Kennzeichnung der Halbleiterdioden	104		
1.9.4.7	Fotodioden und Fotoelemente	105		
1.9.4.8	Lumineszenzdioden und Optokoppler	107		
1.9.5	Arbeitspunkt	109		
1.10	Schaltungstechnik und Funktionsanalyse	111		
1.10.1	Schaltungsunterlagen	111		
1.10.2	Schaltungen mit Installationsschaltern	112		
1.10.3	Schtzschaltungen	114		
1.10.4	Schaltungen mit Zeitschaltern	116		
1.11	Werkstoffe	117		
1.11.1	Atommodell	117		
1.11.2	Periodensystem	118		
1.11.3	Chemische Bindungen	118		
1.11.4	Elektrochemie	120		
1.11.5	Säuren, Basen, Salze	121		
1.11.6	Normung von Eisenmetallen	121		
1.11.7	Korrosion	122		
1.11.8	Leiterwerkstoffe	123		
1.11.9	Leitungen	124		
1.11.10	Lote und Flumittel	125		
1.11.11	Isolierstoffe	126		
2	Anwendungen der Grundlagen			
2.1	Blindwiderstände an Wechselspannung	127		
2.1.1	Wechselstromwiderstand des Kondensators	127		
2.1.2	Wechselstromwiderstand der Spule	128		
2.1.3	Schaltungen von nicht gekoppelten Spulen	129		

2.2	RC-Schaltungen und RL-Schaltungen	130	2.9.2.2	Arbeitspunkt	210
2.2.1	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	130	2.9.2.3	Emitterschaltung	211
2.2.2	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	132	2.9.2.4	Kopplung mehrstufiger Verstärker	214
2.2.3	Verluste im Kondensator	133	2.9.2.5	Gegenkopplung	214
2.2.4	Verluste in der Spule	134	2.9.2.6	Gegentaktschaltungen	215
2.2.5	Impulsverformung	135	2.9.3	Verstärker mit Feldeffekttransistoren	217
2.2.6	RC-Siebschaltungen und RL-Siebschaltungen	138	2.9.4	Operationsverstärker	220
2.3	Schwingkreise	142	2.9.4.1	Eigenschaften	220
2.3.1	Schwingung und Resonanz	142	2.9.4.2	Schaltungsaufbau	221
2.3.2	Reihenschwingkreis	143	2.9.4.3	Betriebsverhalten	221
2.3.3	Parallelschwingkreis	144	2.9.4.4	Grundsaltungen	223
2.3.4	Resonanzfrequenz (Eigenfrequenz)	145	2.9.5	Treiberverstärker	228
2.3.5	Bandbreite und Güte	146	2.10	Generatoren und Kippschaltungen	229
2.3.6	Zweikreisbandfilter	147	2.10.1	Sinusgeneratoren	229
2.3.7	Mechanische Bandfilter	148	2.10.2	Elektronische Schalter	231
2.4	Leistungen bei Wechselstrom	149	2.10.3	Astabile Kippschaltung (Rechteckgenerator)	232
2.4.1	Wirkleistung	149	2.10.4	Sägezahngeneratoren	233
2.4.2	Blindleistung, Scheinleistung	149	2.10.5	Bistabile Kippschaltungen	233
2.4.3	Zeigerbild der Leistungen	150	2.10.6	Monostabile Kippschaltung	235
2.4.4	Leistungsfaktor	151	2.10.7	Schwellwertschalter	236
2.4.5	Leistungen bei Dreiphasenwechselfeldspannung	152	2.11	Meßgeräte	237
2.4.5.1	Entstehung des Drehstromes	152	2.11.1	Prinzip eines Zeigermeßwerks	237
2.4.5.2	Sternschaltung	153	2.11.2	Zeigermeßwerke	238
2.4.5.3	Dreieckschaltung	154	2.11.3	Meßwert und Meßgenauigkeit	239
2.4.5.4	Ermittlung der Leistung	155	2.11.4	Kennzeichnung und Eigenschaften von Zeigermeßgeräten	239
2.4.6	Kompensation von Blindwiderständen	156	2.11.5	Vielfachmeßgeräte (Multimeter)	240
2.5	Transformatoren	157	2.11.6	Besondere Meßgeräte	242
2.5.1	Wirkungsweise und Begriffe	157	2.11.7	Oszilloskop	243
2.5.2	Aufbau von Transformatoren	157	2.11.7.1	Aufbau und Wirkungsweise	243
2.5.3	Idealer Transformator	158	2.11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	244
2.5.4	Realer Transformator im Leerlauf	160	2.11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	245
2.5.5	Realer Transformator unter Last	162	2.11.7.4	Oszilloskope für mehrere Vorgänge	248
2.5.6	Besondere Transformatoren	164	2.11.7.5	Speicheroszilloskope	249
2.6	Weitere Halbleiterbauelemente	166	2.12	Schutzmaßnahmen	250
2.6.1	Besondere Halbleiterdioden	166	2.12.1	Sicherheitsbestimmungen	250
2.6.1.1	Z-Dioden	166	2.12.2	Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	252
2.6.1.2	Schottkydioden	167	2.12.3	Netzformunabhängige Schutzmaßnahmen	253
2.6.1.3	Halbleiterlaser	167	2.12.4	Netzformabhängige Schutzmaßnahmen	255
2.6.2	Bipolare Transistoren	168	2.12.5	Prüfung von Schutzmaßnahmen	258
2.6.3	Unipolare Transistoren (FET)	175	2.12.6	Unfallverhütung und Brandbekämpfung	258
2.6.4	Thyristoren	181	3	Grundlagen der Digitaltechnik	
2.6.5	Integrierte Schaltungen (IC)	185	3.1	Einführung in die Digitaltechnik	259
2.7	Strom im Vakuum und in der Gasstrecke	188	3.1.1	Dualcode	259
2.7.1	Elektronenröhren	188	3.1.2	Grundlagen der Schaltalgebra	260
2.7.2	Gasentladungsröhren	190	3.1.3	Grundsaltungen	263
2.7.3	Strahlungsgesteuerte Röhren	193	3.1.4	Binäre Elemente mit besonderen Ausgängen	270
2.8	Stromversorgung elektronischer Schaltungen	194	3.1.5	Digitale Schaltkreisfamilien	271
2.8.1	Netzanschlußgerät	194	3.1.6	Karnaugh-Diagramm	273
2.8.2	Gleichrichter	194	3.1.6.1	Aufstellen der Wertetabelle	273
2.8.3	Gleichrichterschaltungen	195	3.1.6.2	Karnaugh-Diagramm	274
2.8.4	Gleichrichter mit einstellbarer Spannung	198	3.1.7	Binärcodes	276
2.8.5	Glättung der gleichgerichteten Spannung	199	3.1.7.1	BCD-Codes	276
2.8.6	Stabilisierung	201	3.1.7.2	Gray-Code	277
2.9	Verstärker	205	3.1.7.3	Strichcodes (Barcodes)	277
2.9.1	Verstärkergrundbegriffe	205	3.1.8	Anwendungen	279
2.9.2	Verstärker mit bipolaren Transistoren	209	3.1.9	Laufzeiten und Leistungsbedarf von binären Elementen	282
2.9.2.1	Verstärkergrundsaltungen	209	3.1.10	Kennzeichnung integrierter Schaltungen	283

3.2	Sequentielle Digitaltechnik	284	4.4.4	Programmerstellung	351
3.2.1	Binärspeicher	284	4.4.5	Mikroprozessor Z80	363
3.2.2	Realisierung eines Binärspeichers	284	4.4.6	Entwicklung von Programmen	366
3.2.3	Asynchrone Flipflop	286	4.4.6.1	Ablauf der Programmentwicklung	366
3.2.4	Synchrone Flipflop	287	4.4.6.2	Editor	366
3.2.5	Kontaktlose Steuerung mit Kippschaltungen	292	4.4.6.3	Assembler	368
3.2.6	Synchrone Zähler	294	4.4.6.4	Linker und Locater	369
3.2.7	Beispiele für synchrone Zähler	296	4.4.6.5	Emulation	371
3.2.8	Zähler mit IC	300	4.4.6.6	Debugger	372
3.2.9	Asynchrone Zähler	302	4.4.7	16-Bit-Mikroprozessoren	373
3.2.10	Synchrone Schieberegister	307	4.4.7.1	Mikroprozessor 8086	373
3.2.11	Zähler mit Codeumsetzer	307	4.4.7.2	Mikroprozessor 80 286	378
3.2.12	Teilerschaltungen	309	4.4.8	32-Bit-Mikroprozessoren	379
3.3	Anwendungen der Digitaltechnik	310	4.4.8.1	Mikroprozessor MC 68020	379
3.3.1	Ansteuerung von Schrittmotoren	310	4.4.8.2	Mikroprozessor 80 386	383
3.3.2	Programmierbare Logikelemente	312	4.4.9	Spezielle Prozessoren	384
3.3.2.1	Programmierung und Aufbau	312	4.4.9.1	Arithmetikprozessor 80 287	384
3.3.2.2	PAL-Schaltkreise	313	4.4.9.2	Signalprozessor	386
3.3.2.3	Schaltkreise mit zwei programmierbaren Feldern	316	4.4.9.3	Mikrocontroller	388
3.3.2.4	PROM-Schaltkreis als PLD	316	4.4.10	Mikroprozessorprogrammierung mit Hochsprachen	392
3.3.2.5	EPLD-Logikschaltkreis EP 310	317	4.4.11	Schnittstellenelemente für Mikroprozessoren	395
3.3.3	Rechenwerke	319	4.4.11.1	Schnittstellenelement 8255	395
3.3.3.1	Halbaddierer und 1-Bit-Volladdierer	319	4.4.11.2	Schnittstellenelement 8251	396
3.3.3.2	Parallele Rechenwerke	320	4.4.12	Grafikcontroller (Grafikprozessor)	398
3.3.3.3	Serielle Rechenwerke	322	4.5	Betriebssysteme von Computern	404
3.4	Analog-Digital-Umsetzer und Digital-Analog-Umsetzer	325	4.5.1	Betriebssystemarten	404
3.4.1	Analog-Digital-Umsetzer	325	4.5.2	MS-DOS	405
3.4.2	Digital-Analog-Umsetzer	329	4.5.3	Windows	409
4	Datentechnik		4.6	Speicher	410
4.1	Aufbau und Betrieb eines PC-Systems	330	4.6.1	Zentralspeicher	410
4.1.1	Bestandteile eines PC-Systems	330	4.6.1.1	Schreib-Lesespeicher (RAM)	410
4.1.2	Inbetriebnahme eines PC	334	4.6.1.2	Festwertspeicher mit wahlfreiem Zugriff (ROM)	414
4.1.2.1	Erstinstallation	334	4.6.2	Periphere Speicher	416
4.1.2.2	Kaltstart	334	4.6.3	Optische Speicher	420
4.1.2.3	Warmstart	335	4.6.4	Spezialspeicher	421
4.2	Darstellung von Daten in einer Rechanlage	336	4.7	Dateneingabe und Datenausgabe	422
4.2.1	Hexadezimalzahlen und Oktalzahlen	336	4.7.1	Eingabegeräte	422
4.2.2	Darstellung von alphanumerischen Zeichen	337	4.7.1.1	Tasten und Wertgeber	422
4.2.3	Festkommazahlen und Gleitkommazahlen	338	4.7.1.2	Dateneingabe mit Cursor am Bildschirm	423
4.3	Arten und Strukturen von Computeranlagen	340	4.7.1.3	Digitalisierer (Digitizer)	424
4.3.1	Computerarten	340	4.7.1.4	Datenerfassung mit Lichtstift und Barcode	424
4.3.2	Aufgabenbereiche	342	4.7.1.5	Scanner	424
4.3.3	Verbund von Computern	342	4.7.2	Ausgabegeräte	425
4.4	Mikrocomputer	343	4.7.2.1	Anzeigen und Displays	425
4.4.1	Funktionseinheiten	343	4.7.2.2	Datensichtgeräte (Monitore)	425
4.4.2	Mikroprozessor 8085	343	4.7.2.3	Drucker	426
4.4.2.1	Aufbau eines Mikroprozessors	343	4.7.2.4	Plotter	428
4.4.2.2	Funktion der Anschlüsse	344	4.7.3	Schnittstellen für Eingabegeräte und Ausgabegeräte	429
4.4.2.3	Arbeitsweise des Mikroprozessors 8085	345	4.7.3.1	Aufgaben der Schnittstellen	429
4.4.3	Software	348	4.7.3.2	V.24-Schnittstelle	429
4.4.3.1	Befehlsvorrat	348	4.7.3.3	Centronics-Schnittstelle	432
4.4.3.2	Befehlsformate	349	4.7.3.4	SCSI-Schnittstelle	433
4.4.3.3	Wesentliche Befehle	349	4.8	Datenübertragung	434
4.4.3.4	Befehlsausführung	350	4.8.1	Verhalten von Leitungen bei hoher Frequenz	433
			4.8.2	Multiplexverfahren	436
			4.8.3	Signalдарstellung	440
			4.8.4	Datennetze	442
			4.8.4.1	Netztopologien und Zugriffsverfahren	443

4.8.4.2	Serielle Bussysteme	446	5.1.8	Digitale Meßgeräte	531
4.8.4.3	Übertragungsgeschwindigkeiten	448	5.1.8.1	Digitalmultimeter für Spannung, Strom, Widerstand	531
4.8.4.4	Protokoll	449	5.1.8.2	Zähler und Zeitmesser	532
4.8.4.5	Datensicherung	450	5.1.8.3	Logikanalysatoren	533
4.8.4.6	Datenübertragung im Telekommunikationsnetz	451	5.1.9	Optokoppler	536
4.8.5	Datenübertragung mit parallelem Bus ...	453	5.1.10	Lichtschranken	536
4.8.5.1	IEC-Bus (IEEE 488)	453	5.1.11	Bestimmungen für Meßeinrichtungen ...	538
4.8.5.2	PC-Systembus	454	5.2	Steuerungstechnik	539
4.9	Programmieren mit höheren Programmiersprachen	458	5.2.1	Steuerungsarten	539
4.9.1	Englische Programmierausdrücke	458	5.2.2	Binäre Steuerungen	540
4.9.2	Programmieren in BASIC	459	5.2.3	Digitale Steuerungen (Beispiele)	544
4.9.2.1	Prinzipielles Vorgehen bei BASIC	459	5.2.4	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	545
4.9.2.2	Programmieren ohne Verzweigung bei BASIC	461	5.2.4.1	Allgemeines	545
4.9.2.3	IF-Anweisung	463	5.2.4.2	Funktionseinheiten	545
4.9.2.4	Programmieren mehrerer Schleifen	465	5.2.4.3	Programmierung	548
4.9.2.5	Programmieren von Schleifen mit FOR...NEXT	467	5.2.4.4	Ansteuerung der SPS	552
4.9.2.6	Standardfunktionen	469	5.2.4.5	Zähler	553
4.9.2.7	Unterprogrammtechnik	470	5.2.4.6	Programmierregeln	554
4.9.2.8	Sprungverteiler	471	5.2.4.7	Schritt看ette	559
4.9.2.9	Tastaturabfrage mit INKEY\$	471	5.2.4.8	Dokumentation von SPS-Programmen ..	560
4.9.2.10	Variablenfelder	472	5.3	Regelungstechnik	561
4.9.2.11	Stringverarbeitung	474	5.3.1	Grundbegriffe	561
4.9.2.12	Code-Wandlungsbefehle	475	5.3.2	Regeleinrichtung und Regler	562
4.9.2.13	Benutzerfunktionen	475	5.3.2.1	Unstetige Regler	562
4.9.2.14	Grafikprogrammierung mit BASIC	476	5.3.2.2	Stetige Regler	563
4.9.3	Fortgeschrittene BASIC-Dialekte	478	5.3.3	Regelstrecken	569
4.9.3.1	Editor und Compiler	478	5.3.4	Regelkreise	570
4.9.3.2	Programmaufbau in Compiler-BASIC ...	478	5.3.4.1	Regelkreise mit unstetigen Reglern ...	570
4.9.4	Programmieren in PASCAL	482	5.3.4.2	Regelkreise mit stetigen Reglern	570
4.9.4.1	Grundlagen	482	5.3.4.3	Folgeregelung	571
4.9.4.2	Vereinbarungen	483	5.3.4.4	Frequenzgang	572
4.9.4.3	Strukturierte Anweisungen	485	5.3.4.5	Einstellen der Regler	573
4.9.4.4	Standardfunktionen, Operatoren	489	5.3.5	Digitale Regelungstechnik	575
4.9.4.5	Prozeduren, Funktionen	490	5.3.5.1	Digitalisierung und Signalabtastung ...	575
4.9.4.6	type-Vereinbarungen und Felder	492	5.3.5.2	Regelalgorithmus	576
4.9.4.7	Records	494	5.3.5.3	PID-Geschwindigkeitsalgorithmus	578
4.9.4.8	Files	496	5.4	Störungen in elektronischen Anlagen	579
4.9.4.9	Programmierung von Grafik	498	5.4.1	Störungen durch elektrische Felder ...	579
4.9.4.10	Fenstertechnik	500	5.4.2	Störungen durch elektromagnetische Felder	581
4.10	Datenbank, Tabellenkalkulation	501	6	Leistungselektronik	
4.10.1	Datenbankverwaltung	501	6.1	Spezielle Bauelemente	583
4.10.2	Tabellenkalkulation	505	6.2	Stromversorgung	584
4.11	Datensicherung und Datenschutz	507	6.2.1	Möglichkeiten der Stromversorgung ...	584
4.11.1	Sicherung gegen Verlust	507	6.2.2	Leistungsgrenzen am öffentlichen Netz ..	584
4.11.2	Sicherung gegen Zugriff	509	6.2.3	Gesteuerte Gleichrichter und Gleichstromsteller	586
4.11.3	Kopierschutz durch Installationsschutz ...	511	6.2.4	Wechselrichter	590
4.11.4	Computerviren	511	6.2.5	Flußwandler und Sperrwandler	592
4.11.5	Gesetzlicher Datenschutz	512	6.2.6	Schaltregler	594
5	Messen, Steuern, Regeln		6.2.7	Lineare Spannungsregler	596
5.1	Elektronisches Messen	513	6.3	Elektromotoren	600
5.1.1	Arten von Sensoren	513	6.3.1	Kennwerte der Elektromotoren	600
5.1.2	Sensoren mit Widerstandsänderung ...	514	6.3.2	Wechselstrommotoren mit Magnetläufer .	601
5.1.3	Induktive Sensoren	520	6.3.3	Gleichstrommotoren mit Magnetläufer ...	605
5.1.4	Kapazitive Sensoren	523	6.3.4	Motoren mit Kurzschlußläufer	609
5.1.5	Aktive Sensoren	523	6.3.5	Sonstige Drehfeldmotoren	612
5.1.6	Meßwertgeber für elektrische Größen (Meßumformer) ...	528	6.3.6	Stromwendermotoren	613
5.1.7	Störungen in Meßleitungen	529			

6.3.7	Linearmotoren	613	6.4.4	Servomotoren	634
6.3.8	Grundgleichungen rotierender elektrischer Maschinen	619	6.4.4.1	Anforderungen an Servomotoren	634
6.4	Steuerungen für Antriebe	621	6.4.4.2	Drehstrommotoren als Servomotoren . . .	635
6.4.1	Motorschutz	621	6.4.4.3	Stromwendermotoren als Servomotoren .	637
6.4.2	Anlaßschaltungen für Kurzschlußläufermotoren	623	6.5	Handhabungssysteme	640
6.4.3	Stromrichter zur Drehzahlsteuerung	625	6.5.1	Einteilung	640
6.4.3.1	Drehzahlsteuerung beim Universalmotor .	625	6.5.2	Kinematischer Aufbau eines Roboters . . .	641
6.4.3.2	Drehzahlsteuerung beim fremderregten Gleichstrommotor	626	6.5.3	Programmieren von Robotern	642
6.4.3.3	Drehzahlsteuerung mit Gleichstromsteller	628	6.5.4	Sensorführung von Robotern	643
6.4.3.4	Umrichter	629	6.6	Digitale Bildverarbeitung	644
6.4.3.5	Stromzwischenkreis-Umrichter	630	Sachwortverzeichnis	646	
6.4.3.6	Umrichter mit Pulsamplitudenmodulation	630	Verzeichnis der Firmen und Dienststellen	667	
6.4.3.7	Umrichter mit Pulsweitenmodulation	632	Größen und Einheiten	669	
6.4.3.8	Direktumrichter	633	Wichtige Normen	671	
6.4.3.9	Untersynchrone Stromrichter-kaskade	634			